

Оглавление

Предисловие.....	5
От авторов.....	6
1. РАСЧЕТ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ	7
1.1. Трехузловой конечный элемент криволинейного стержня.....	7
1.2. Расчет свободных колец.....	19
1.3. Кручение стержня.....	28
2. РАСЧЕТ ПЛАСТИН	44
2.1. Задача о плоском напряженном состоянии композитных пластин.....	44
2.2. Изгиб шарнирно опертой прямоугольной пластины.....	62
2.3. Треугольный шестиузловой конечный элемент прямоугольной пластины.....	73
2.4. Четырехугольный девятиузловой конечный элемент пластины.....	85
3. РАСЧЕТ ОБОЛОЧЕК	102
3.1. Изгиб шарнирно опертой цилиндрической оболочки.....	102
3.2. Устойчивость шарнирно опертой цилиндрической оболочки под действием осевого сжатия и внешнего давления.....	115
3.3. Расчет оболочек вращения.....	121
3.3.1. Геометрия КЭ конической оболочки.....	121
3.3.2. Кинематика деформирования.....	122
3.3.3. Деформационные соотношения.....	123
3.3.4. Соотношения упругости.....	125
3.3.5. Вариационная формулировка задачи статики для КЭ.....	127
3.3.6. Формирование матрицы жесткости КЭ и вектора приведенных узловых сил.....	128
3.3.7. Обработка результатов расчета.....	132
3.3.8. Учет температурных деформаций.....	134
3.3.9. Учет упругого основания.....	135
3.3.10. Исходные геометрические данные.....	136
3.3.11. Постановка шпангоутов.....	138
3.3.12. Граничные условия для решения задачи МКЭ.....	140
3.3.13. Описание исходных данных.....	141
3.4. Расчет баллона высокого давления.....	145
3.5. Расчет корпуса ракетного двигателя.....	158
3.6. Конечный элемент пологой оболочки.....	182
3.6.1. Геометрические характеристики гладкой пологой поверхности.....	182
3.6.2. Деформационные соотношения.....	184
3.6.3. Смешанный треугольный шестиузловой конечный элемент пологой оболочки.....	190
3.7. Расчет толстостенных оболочек.....	194

4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛИРОВКИ	198
4.1. Формулировки задач статики	198
4.2. Формулировки задач динамики	217
4.3. Формулировки задач устойчивости	221
4.4. Формулировки нелинейной задачи статики	225
4.4.1. Деформационные соотношения	225
4.4.2. Напряжения	226
4.4.3. Принцип возможных перемещений	226
4.4.4. Алгоритм МКЭ	228
4.4.5. КЭ для расчета конической оболочки	230
4.5. Формулировки задач теплопроводности	235
4.5.1. Стационарная задача теплопроводности	235
4.5.2. Нестационарная задача теплопроводности	241
4.5.3. Решение задач теплопроводности МКЭ	242
5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ	250
5.1. Аппроксимации решений на конечные элементы	250
5.1.1. Одномерный случай	250
5.1.2. Интерполяция на четырехугольных плоских элементах	257
5.1.3. Интерполяция на треугольных плоских элементах	264
5.1.4. Интерполяция для трехмерных КЭ	273
5.2. Алгоритмы численного интегрирования	279
5.2.1. Квадратурные формулы для одномерного случая	279
5.2.2. Численное интегрирование на двумерной области	288
5.2.3. Численное интегрирование на трехмерной области	292
5.3. Алгоритмы решения задач на собственные значения	293
5.3.1. Обзор типовых задач	293
5.3.2. Приведение обобщенной задачи на собственные значения к стандартной форме	294
5.3.3. Степенные итерации. Отношение Рэлея	298
5.3.4. Ортогональные преобразования матрицы	303
5.3.5. Алгоритм Якоби	304
5.3.6. Метод итераций в подпространстве	306
5.4. Алгоритмы решения нестационарных задач	307
5.4.1. Постановка задачи нестационарной диффузии	307
5.4.2. Согласованность и устойчивость разностных схем	310
5.4.3. Варианты дискретных операторов дифференцирования по времени	312
5.4.4. Метод модальной суперпозиции	319
5.4.5. Анализ дискретных операторов, определяющих вторую производную по времени	322
5.4.6. Свободные колебания систем	333
5.4.7. Вынужденные колебания при силовом гармоническом возбуждении	334
5.4.8. Вынужденные колебания при кинематическом гармоническом возбуждении	335
5.4.9. Уравнения динамики незакрепленных дискретных систем	336
Список литературы	342